

LAMPIRAN A

DATA HASIL PENELITIAN

Tabel 1 Analisa awal limbah cair kelapa sawit

Parameter	Satuan	Jumlah Kandungan	Standar yang di Izinkan
pH	-	6,3	6 pH-9 pH
COD	mg/L	88	350
BOD	mg/L	153,58	100
Lemak dan minyak	mg/L	51,2	25

Table 2 Analisa awal dengan penambahan koagulan

Konsentrasi Tawas (ppm)	Paramter	Satuan	Kandungan Parameter		% Penurunan (%)	Standar Mutu*
			Sebelum	Sesudah		
100	pH	-	6,3	7,2	5,26	6,0-9,0
	COD	mg/L	88	72,75	77,58	350
	BOD	mg/L	153,58	130,31	18,03	100
	Minyak dan Lemak	mg/L	51,2	25,6	47,41	25
150	pH	-	6,3	6,9	9,21	6,0-9,0
	COD	mg/L	88	85,29	73,72	350
	BOD	mg/L	153,58	116,35	26,81	100
	Minyak dan Lemak	mg/L	51,2	25,19	48,28	25
200	pH	-	6,3	6,6	13,15	6,0-9,0
	COD	mg/L	88	107,87	66,76	350
	BOD	mg/L	153,58	102,39	35,59	100
	Minyak dan Lemak	mg/L	51,2	24,57	49,51	25

*sumber: Peraturan Gubernur Sumatera Selatan No.8 Tahun 2012

A. ANALISA COD DATA PERHITUNGAN

1. KONSENTRASI TAWAS 100 ppm

KOAGULAN (ppm)	V Sampel	V blanko	V titran	N FAS	COD
100	12,5	6	2,90	0,0392	77,7728
	12,5	6	2,80	0,0392	80,2816
	12,5	6	2,60	0,0392	85,2992
	12,5	6	2,40	0,0392	90,3168
	12,5	6	2,10	0,0392	97,8432

2. KONSENTRASI TAWAS 150 ppm

KOAGULAN (ppm)	V Sampel	V blanko	V titran	N FAS	COD
150	12,5	6	2,10	0,0392	97,8432
	12,5	6	1,90	0,0392	102,8608
	12,5	6	1,80	0,0392	105,3696
	12,5	6	1,75	0,0392	106,6240
	12,5	6	1,70	0,0392	107,8784

3. KONSENTRASI TAWAS 200 ppm

KOAGULAN (ppm)	V Sampel	V blanko	V titran	N FAS	COD
200	12,5	6	0,90	0,0392	127,9488
	12,5	6	0,75	0,0392	131,7120
	12,5	6	0,70	0,0392	132,9664
	12,5	6	0,60	0,0392	135,4752
	12,5	6	0,40	0,0392	140,4928

B. DATA PERHITUNGAN ANALISA BOD

1. KONSENTRASI TAWAS 100 ppm

KOAGULAN (ppm)	X ₀	X ₅	B ₀	B ₅	P	BOD
100	16,7531	12,0999	15,51	14,27	0,0625	51,2040
	16,7531	11,7892	15,51	14,27	0,0625	55,8585
	16,7513	11,4790	15,51	14,27	0,0625	60,5122
	17,0634	10,8585	15,51	14,27	0,0625	74,4730
	17,3736	10,5482	15,51	14,27	0,0625	83,7884

2. KONSENTRASI TAWAS 150 ppm

KOAGULAN (ppm)	X ₀	X ₅	B ₀	B ₅	P	BOD
150	11,4790	8,9970	15,51	14,27	0,0625	18,6294
	11,7892	8,9970	15,51	14,27	0,0625	23,2829
	12,0995	8,6868	15,51	14,27	0,0625	32,5902
	17,4097	8,3765	15,51	14,27	0,0625	41,8975
	17,4097	8,3455	15,51	14,27	0,0625	42,3629

3. KONSENTRASI TAWAS 200 ppm

KOAGULAN (ppm)	X ₀	X ₅	B ₀	B ₅	P	BOD
200	15,2019	9,6175	15,51	14,27	0,125	30,4107
	15,2019	8,9970	15,51	14,27	0,125	34,7541
	16,1326	8,9970	15,51	14,27	0,125	41,2692
	17,06341	9,6175	15,51	14,27	0,125	43,4409
	17,7431	8,3455	15,51	14,27	0,125	50,1732

C. ANALISA ALB DATA PERHITUNGAN

1. KONSENTRASI TAWAS 100 ppm

KOAGULAN (ppm)	V Sampel	X	V titran NAOH	N NAOH	ALB
100	12,5	25,6	1,25	0,1	25,6000
	12,5	25,6	1,24	0,1	25,3952
	12,5	25,6	1,20	0,1	24,5760
	12,5	25,6	1,18	0,1	24,1664
	12,5	25,6	1,17	0,1	23,1916

2. KONSENTRASI TAWAS 200 ppm

KOAGULAN (ppm)	V Sampel	X	V titran NAOH	N NAOH	ALB
150	12,5	25,6	1,25	0,1	22,5280
	12,5	25,6	1,24	0,1	20,4800
	12,5	25,6	1,20	0,1	18,4320
	12,5	25,6	1,18	0,1	14,3360
	12,5	25,6	1,17	0,1	14,3360

3. KONSENTRASI TAWAS 200 ppm

KOAGULAN (ppm)	V Sampel	X	V titran NAOH	N NAOH	ALB
200	12,5	25,6	1,25	0,1	12,2280
	12,5	25,6	1,24	0,1	10,2400
	12,5	25,6	1,20	0,1	10,2400
	12,5	25,6	1,18	0,1	8,1920
	12,5	25,6	1,17	0,1	2,0480

Hasil Analisa Limbah Cair Kelapa Sawit Sebelum dan Sesudah Pengolahan dengan Menggunakan Membran Polisulfon-Poliamid (Konsetrasi Tawas 100 ppm)

No.	Tekanan (Bar)	Paramter	Satuan	Kandungan Parameter		Rejeksi (%)	Standar Mutu*
				Sebelum	Sesudah		
1	0,5	pH	-	6,3	7,2	5,26	6,0-9,0
		COD	mg/L	88	77,77	76,04	350
		BOD	mg/L	153,58	51,20	67,79	100
		Minyak dan Lemak	mg/L	51,2	25,6	47,41	25
2	1	pH	-	6,3	7,2	5,26	6,0-9,0
		COD	mg/L	88	80,28	75,26	350
		BOD	mg/L	153,58	55,85	64,86	100
		Minyak dan Lemak	mg/L	51,2	25,39	47,83	25
3	1,5	pH	-	6,3	7,3	3,94	6,0-9,0
		COD	mg/L	88	85,29	73,72	350
		BOD	mg/L	153,58	60,51	61,93	100
		Minyak dan Lemak	mg/L	51,2	24,57	49,51	25
4	2	pH	-	6,3	7,4	2,63	6,0-9,0
		COD	mg/L	88	90,31	72,17	350
		BOD	mg/L	153,58	74,47	53,15	100
		Minyak dan Lemak	mg/L	51,2	24,16	50,35	25
5	2,5	pH	-	6,3	7,4	2,63	6,0-9,0
		COD	mg/L	88	97,84	69,85	350
		BOD	mg/L	153,58	83,78	47,30	100
		Minyak dan Lemak	mg/L	51,2	23,92	50,77	25

*sumber: Peraturan Gubernur Sumatera Selatan No.8 Tahun 2012

Hasil Analisa Limbah Cair Kelapa Sawit Sebelum dan Sesudah Pengolahan dengan Menggunakan Membran Polisulfon-Poliamid (Konsetrasi Tawas 150 ppm)

No.	Tekanan (Bar)	Paramter	Satuan	Kandungan Parameter		Rejeksi (%)	Standar Mutu*
				Sebelum	Sesudah		
1	0,5	pH	-	6,3	6,8	10,52	6,0-9,0
		COD	mg/L	88	97,84	69,85	350
		BOD	mg/L	153,58	18,62	88,28	100
		Minyak dan Lemak	mg/L	51,2	22,52	53,72	25
2	1	pH	-	6,3	6,9	9,21	6,0-9,0
		COD	mg/L	88	102,86	68,31	350
		BOD	mg/L	153,58	23,28	85,35	100
		Minyak dan Lemak	mg/L	51,2	20,24	57,92	25
3	1,5	pH	-	6,3	7,0	7,89	6,0-9,0
		COD	mg/L	88	105,36	67,53	350
		BOD	mg/L	153,58	32,59	79,50	100
		Minyak dan Lemak	mg/L	51,2	18,34	62,13	25
4	2	pH	-	6,3	7,0	7,89	6,0-9,0
		COD	mg/L	88	106,62	67,15	350
		BOD	mg/L	153,58	41,89	85,35	100
		Minyak dan Lemak	mg/L	51,2	14,33	70,55	25
5	2,5	pH	-	6,3	7,1	6,57	6,0-9,0
		COD	mg/L	88	107,87	67,76	350
		BOD	mg/L	153,58	42,36	73,35	100
		Minyak dan Lemak	mg/L	51,2	14,33	70,55	25

*sumber: Peraturan Gubernur Sumatera Selatan No.8 Tahun 2012

Hasil Analisa Limbah Cair Kelapa Sawit Sebelum dan Sesudah Pengolahan dengan Menggunakan Membran Polisulfon-Poliamid (Konsetrasi Tawas 200 ppm)

No.	Tekanan (Bar)	Paramter	Satuan	Kandungan Parameter		Rejeksi (%)	Standar Mutu*
				Sebelum	Sesudah		
1	0,5	pH	-	6,3	6,5	14,47	6,0-9,0
		COD	mg/L	88	127,94	60,58	350
		BOD	mg/L	153,58	30,41	80,87	100
		Minyak dan Lemak	mg/L	51,2	12,28	74,75	25
2	1	pH	-	6,3	6,8	10,52	6,0-9,0
		COD	mg/L	88	131,72	59,42	350
		BOD	mg/L	153,58	34,75	78,14	100
		Minyak dan Lemak	mg/L	51,2	10,28	78,96	25
3	1,5	pH	-	6,3	6,9	9,21	6,0-9,0
		COD	mg/L	88	132,96	59,03	350
		BOD	mg/L	153,58	41,26	74,04	100
		Minyak dan Lemak	mg/L	51,2	10,24	78,96	25
4	2	pH	-	6,3	7	7,89	6,0-9,0
		COD	mg/L	88	135,47	58,26	350
		BOD	mg/L	153,58	43,44	72,67	100
		Minyak dan Lemak	mg/L	51,2	8,19	83,17	25
5	2,5	pH	-	6,3	7	3,03	6,0-9,0
		COD	mg/L	88	140,49	56,71	350
		BOD	mg/L	153,58	50,17	68,44	100
		Minyak dan Lemak	mg/L	51,2	2,4	95,79	25

*sumber: Peraturan Gubernur Sumatera Selatan No.8 Tahun 2012

LAMPIRAN B

PERHITUNGAN

a. Penentuan Fluks (J_v) Air Murni dan Limbah Cair Kelapa Sawit

Contoh perhitungan data hasil pengamatan untuk penentuan nilai fluks pada tekanan 0,5 bar :

Diketahui : Luas membran (A) : $0,00785 \text{ m}^2$
 Volume permeat (V) : 0,01 Liter
 Waktu Tempuh (t) : 342 detik = 0,095 jam

Ditanya : Fluks (J_v) ?

Penyelesaian :

$$J_v = \frac{V}{A \times t}$$

$$J_v = \frac{0,01 \text{ Liter}}{0,00785 \text{ m}^2 \times 0,095 \text{ jam}}$$

$$J_v = 13,42 \text{ liter/m}^2 \text{ jam}$$

Dengan cara yang sama maka dapat diketahui nilai fluks untuk tiap-tiap volume permeat yang dihasilkan pada tabel Penentuan Fluks (J_v) Air Murni berikut :

No.	Volume Permeat (liter)	Waktu Tempuh (detik)				
		Tekanan 0,5 bar	Tekanan 1 bar	Tekanan 1,5 bar	Tekanan 2 bar	Tekanan 2,5 bar
1	0,01	13,41	16,03	20,85	24,14	25,20
2	0,02	13,10	14,00	20,29	23,34	24,01
3	0,03	13,19	14,30	17,98	23,08	21,10
4	0,04	12,48	13,48	14,66	21,51	23,16
5	0,05	11,53	12,72	13,01	20,36	23,35
6	0,06	10,70	11,92	12,34	18,78	21,79
7	0,07	10,26	11,13	11,80	17,72	19,20
8	0,08	9,78	9,96	10,37	16,60	18,64
9	0,09	9,46	9,77	10,80	15,93	18,44
10	0,1	9,21	9,58	11,39	15,95	16,60

Dengan cara yang sama maka dapat diketahui nilai fluks untuk tiap-tiap volume permeat yang dihasilkan pada tabel Penentuan Fluks (Jv) Limbah Cair kelapa sawit berikut :

Volume Permeat (liter)	Waktu Tempuh (detik)				
	Tekanan 0,5 bar	Tekanan 1 bar	Tekanan 1,5 bar	Tekanan 2 bar	Tekanan 2,5 bar
0,01	24	20	8	6	7
0,02	64	44	13	11	13
0,03	133	68	26	19	23
0,04	223	100	51	25	31
0,05	340	129	78	32	39
0,06	479	161	104	46	50
0,07	646	190	126	71	57
0,08	836	223	155	79	62
0,09	1054	259	189	106	69
0,1	1296	291	217	118	76

b. Penentuan Nilai Selektifitas (Rejeksi) Membran

Contoh perhitungan nilai rejeksi pH untuk konsentrasi tawas 100 ppm dan tekanan 0,5 bar :

Diketahui : Konsentrasi permeat (Cp) : 7,2

Konsentrasi Feed (Cf) : 7,6

Ditanya : Rejeksi (R) ?

Penyelesaian :

$$R = 1 - \frac{C_p}{C_f} \times 100$$

$$R = 1 - \frac{7,2}{7,6} \times 100$$

$$R = 5,26\%$$

Dengan cara yang sama maka dapat diketahui nilai Rejeksi untuk tiap-tiap tekanan dan konsentrasi tawas digunakan.

Tabel Rejeksi (R) pH

Tekanan (bar)	Rejeksi pH (R) %		
	Koagulan 100 ppm	Koagulan 150 ppm	Koagulan 200 ppm
0,5	5,26	10,52	14,47
1	5,26	9,21	10,52
1,5	3,94	7,89	9,21
2	2,63	7,89	7,89
2,5	2,63	6,57	7,89

Tabel Rejeksi (R) COD

Tekanan (bar)	Rejeksi COD (R) %		
	Koagulan 100 ppm	Koagulan 150 ppm	Koagulan 200 ppm
0,5	76,0411	69,8582	60,5838
1	75,2682	68,3125	59,4245
1,5	73,7225	67,5396	59,0381
2	75,1768	67,1532	58,2652
2,5	69,8582	67,7667	56,7195

Tabel Rejeksi (R) BOD

Tekanan (bar)	Rejeksi BOD (R) %		
	Koagulan 100 ppm	Koagulan 150 ppm	Koagulan 200 ppm
0,5	67,7936	88,2827	80,8725
1	64,8666	85,3357	78,1406
1,5	53,1585	79,5017	74,0428
2	53,1885	85,3357	72,6769
2,5	47,3045	73,3549	68,4425

Tabel Rejeksi (R) Lemak dan Minyak

Tekanan (bar)	Rejeksi Lemak dan Minyak (R) %		
	Koagulan 1000 ppm	Koagulan 2000 ppm	Koagulan 3000 ppm
0,5	47,4116	53,7222	74,7576
1	47,8326	57,9293	78,9647
1,5	49,5152	62,1364	78,9647
2	50,3566	70,5505	83,1717
2,5	50,7773	70,5505	95,79

c. Penentuan Nilai COD

Diketahui : Volume FAS untuk blanko = 6 ml

Volume FAS untuk sample = 2,9 ml

Ditanya : COD(mg/l)?

$$\begin{aligned}
 \text{Jawab : COD} &= \frac{(a-b) \times N \times 8000}{\text{Volume Sample}} \\
 &= \frac{(6-2,9) \times 0,0392 \times 8000}{12,5} \\
 &= 77,77 \text{ mg/L}
 \end{aligned}$$

Dengan cara perhitungan yang sama maka dapat diketahui nilai COD untuk tiap-tiap sampel yang digunakan yang telah ditabulasikan pada lampiran A.

d. Penentuan Nilai BOD

Diketahui : $X_0 = 16,7531 \text{ mg/l}$ $B_0 = 15,51 \text{ mg/l}$

$X_5 = 12,0999 \text{ mg/l}$ $B_5 = 14,27 \text{ mg/l}$

$P = 0,0625$

Ditanya : BOD(mg/l)?

$$\begin{aligned}
 \text{Jawab : BOD} &= \frac{(X_0 - X_5) - (B_0 - B_5) \times (1 - P)}{P} \\
 &= \frac{(16,7531 - 12,0999) - (15,51 - 14,27) \times (1 - 0,0625)}{0,0625}
 \end{aligned}$$

$$= 51,2040 \text{ mg/L}$$

Dengan cara perhitungan yang sama maka dapat diketahui nilai BOD untuk tiap-tiap sampel yang digunakan yang telah ditabulasikan pada lampiran A.

e. Penentuan Nilai ALB

Diketahui : Volume Titran NAOH = 1,25 ml

Volume Sample = 12,5 ml

N NAOH = 0,1

Ditanya : ALB (mg/L)?

$$\begin{aligned} \text{Jawab : ALB} &= \frac{\text{Volume titran NAOH} \times N \text{ NAOH} \times 25,6}{\text{Volume Sample}} \times 100 \\ &= \frac{1,25 \times 0,1 \times 25,6}{12,5} \times 100 \\ &= 25,6 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

Dengan cara perhitungan yang sama maka dapat diketahui nilai ALB untuk tiap-tiap sampel yang digunakan yang telah ditabulasikan pada lampiran A.

LAMPIRAN C

DOKUMENTASI PENELITIAN

3.1 Limbah Cair Kelapa Sawit



Limbah cair kelapa sawit yang masih pekat



Limbah cair kelapa sawit yang telah diencerkan

3.2 Membran Komposit *Polysulfon-Polyamide* (PSF-PA)



Solut yang tertahan pada permukaan membran

3.3 Proses Pengolahan Limbah Cair Kelapa Sawit



Proses memasukkan limbah ke tangki umpan



Proses pengambilan permeat

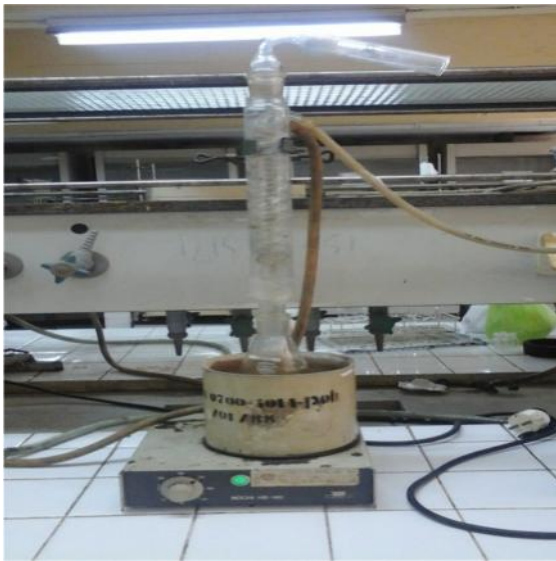
3.3 Proses analisa limbah cair kelapa sawit



Penambahan kalium dikromat



Penambahan asam sulfat dalam analisis COD



Proses refluks selama 2 jam



Hasil dari proses refluks



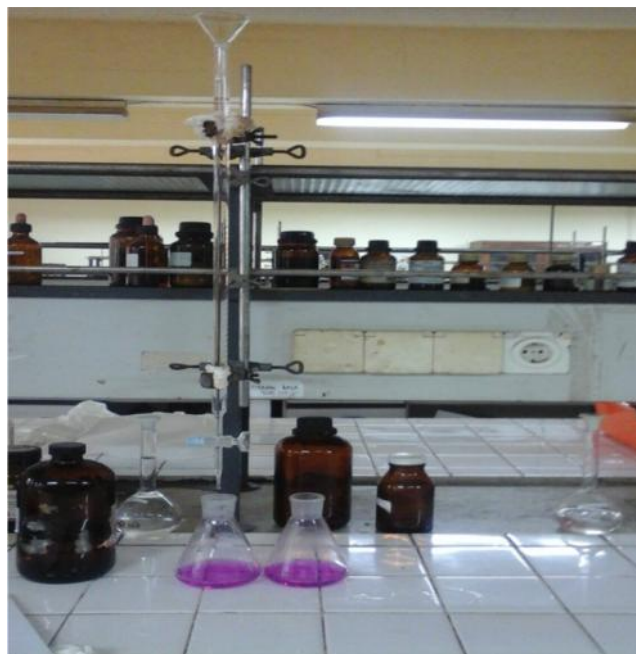
Proses titrasi dengan larutan FAS



Pembilasan buret



Proses titrasi penentuan asam lemak bebas



Hasil titran dari analisis asam lemak bebas

3.4 Hasil Pengolahan Limbah Cair Kelapa Sawit Menggunakan Membran Komposit *Polysulfon-Polyamide* (PSF-PA)



Hasil sampel Sebeleum dn sesudah dilewatkan membran